

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Patentschrift  
①0 DE 33 16 937 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 42 C 13/00**  
F 42 C 13/02  
G 01 S 13/10  
G 01 S 13/88

②1 Aktenzeichen: P 33 16 937.3-35  
②2 Anmeldetag: 9. 5. 83  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 4. 98

AC

DE 33 16 937 C 1

Erteilt nach § 54 PatG in der ab 1. 1. 81 geltenden Fassung  
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Eltro GmbH, Gesellschaft für Strahlungstechnik,  
69123 Heidelberg, DE

⑧1 Zusatz zu: P 32 15 845.9

⑦2 Erfinder:

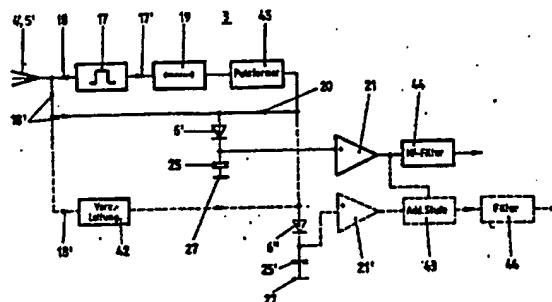
Wichmann, Günter, 68978 Leimen, DE

⑤8 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 32 15 845  
DE-PS 15 91 107

⑤4 Abstandssensor für Geschosßzünder

⑤7 Der erfindungsgemäße Abstandssensor für Geschosßzünder 3 benützt einen nach dem Impulslaufzeitverfahren arbeitenden Entfernungsmesser 6', 17, 25, 27. Das Signal 18 wird von der Antenne 4', 5' abgestrahlt und der am Ziel reflektierte Anteil 18' auch wieder empfangen. Aus einem vom Sendepuls abgeleiteten Impuls 17', der in dem Verzögerungsglied 19 definiert zeitverzögert und in dem Pulsformer 45 geformt wird, erhält man den Empfangstastimpuls 20. Mit ihm wird der Anteil 18' abgetastet und das entstehende niederfrequente Abbild des Empfangsimpulses über einen NF-Verstärker 21 und ein Bandpaßfilter 44 geführt. Wenn die Frequenzkomponenten des Sendepulses 18 möglichst niedrig angesetzt und die am Ziel reflektierten Signalanteile 18' nur aus einem eng begrenzten Entfernungsbereich empfangen werden, ist es mit dieser Methode möglich, Metallziele von Nichtmetallzielen einerseits sowie Ziele einer bestimmten Größe von kleineren Zielen mit Hilfe einer einfachen Amplitudenschwelle zu selektieren (Fig. 1).



DE 33 16 937 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Abstandssensor für Geschößzünder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zum Detektieren von metallischen Zielen sind magnetische, kapazitive und Wechselfeld-Abstandssensoren bekannt. Abgesehen von den vergleichsweise geringen Reichweiten von nur einigen Metern, können diese Art von Sensoren in ihrem Reichweitenbereich nicht unterscheiden, ob sie einen Gegenstand sehen, der bereits sehr nahe und klein in seinen Abmessungen ist oder aber einen solchen, der noch weit entfernt ist, dafür aber umso größere Abmessungen aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den im Betreff näher spezifizierten Sensor so zu verbessern, daß er insbesondere im Hinblick auf Hubschrauberbekämpfung — sowohl Metallziele von Nichtmetallzielen als auch ausreichend große von nicht in Frage kommenden kleineren Zielen — auch in Entfernungen von einigen zehn Metern — sicher zu unterscheiden vermag. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Der wegen der Signalverarbeitung gewollt niedere Frequenzinhalt des Sendeimpulses muß die Größe des Zieles berücksichtigen, welches ein zu niederfrequentes Signal nicht mehr reflektieren würde; sie muß insofern einen ausgewogenen Kompromiß zwischen Reflexionseigenschaften Metall/Nichtmetall und Zielgröße darstellen.

Da die Sendeimpulse ebenso wie die Empfangsimpulse aufgrund des relativ kleinen Durchmessers der Flugkörper und ihrer (zu) kleinen Antennen nahezu kugelförmig abgestrahlt werden, was zu einer sehr geringen Empfangsenergie führt, ist es von Vorteil, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mehrere tausend Sendeimpulse integriert werden können und dadurch die Empfindlichkeit des Empfängers mit der Wurzel aus der Anzahl der Sendeimpulse steigt. Obgleich die Strahlungscharakteristik der Antenne nahezu kugelförmig ist, läßt sich eine gewisse Richtwirkung des Sensors dadurch erzielen, daß das entstehende NF-Signal über einen Bandpaß geführt wird. Da die Frequenz des NF-Signals auch eine Funktion der Relativgeschwindigkeit zwischen Sensor und Ziel ist, werden Signale, die von Gegenständen herrühren, die sich seitlich vom Flugkörper befinden (Erdboden), wegen zu geringer Relativgeschwindigkeit im Bandpaß unterdrückt.

Die erfindungsgemäße Methode ist von Haus aus relativ unempfindlich gegen Störsender jeder Art, da zum Aufbau des NF-Signales Voraussetzung ist, daß ein periodisches, mit dem Empfangstastimpuls synchrones Signal vorliegt. Ein solcher Zustand kann sich nur zufällig einstellen. Um auch diese Zufälle zu vermeiden, besteht die Möglichkeit, die Folgefrequenz des Sende- und Empfangstastimpulses extrem stark mit Rauschen zu modulieren, so daß ein Synchronismus zwischen einem Störsender und den sensoreigenen Impulsen ausgeschlossen wird. Eine weitere Maßnahme Dauerstrichtörer zu eliminieren kann auch dadurch erfolgen, daß ein zweiter Empfangskanal, dem ein um  $\lambda/2$  verzögertes Signal zugeführt wird, vorgesehen ist. Man erhält dann ein zweites Ausgangssignal, das gegenüber dem ersten um  $180^\circ$  gedreht ist, so daß sich beide Signale bei Addition auslöschen. Das eigene Signal wird dabei nicht unterdrückt, sondern es entsteht nur zweimal mit entgegengesetzter Polarität kurz nacheinander.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß mit dem ersten nach Größe und Material detektierenden Entfernungsmesser ein zweiter (Laser-)Entfernungsmesser für die Zielentfernung und die Richtcharakteristik kombiniert ist.

Im folgenden wird an Hand einer Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert, wobei die in den einzelnen Figuren einander entsprechenden Teile dieselben Bezugszeichen aufweisen.

Es zeigt:

Fig. 1 Blockdiagramm und Prinzipskizze des erfindungsgemäßen Abstandssensors und

Fig. 2 das Impulsdigramm von Sende- und Nadelimpuls des Sensors von Fig. 1 mit einer Rauschmodulation  $\Delta t$  bei b).

Für das Sensieren eines definierten Abstandes zu einem Ziel ergibt sich aus Fig. 1 folgender elektronischer Aufbau: Der Impulsgenerator 17 erzeugt eine Spannung, die über die Antenne 4, 5' in Form von Impulsen 18 gemäß Fig. 2a und in Richtung Ziel mit hoher Folgefrequenz ausgesendet wird. Am Ziel reflektierte Anteile 18' werden über dieselbe Antenne empfangen. Ein kleiner Teil 17' der impulsförmigen Treiberspannung wird ausgekoppelt und nach Durchlaufen des Verzögerungsgliedes 19 und des Pulsformers 45 als Empfangstastimpuls 20 verwendet. Die Verzögerungszeit 19' gemäß Fig. 2b wird dabei so eingestellt, daß sie dem Weg des Sendeimpulses von der Antenne 4, 5' zum Ziel und wieder zurück entspricht.

Fliegt der Sensor 3 dem Ziel entgegen, so wird zunächst kein Signal empfangen, da es nicht mit dem Empfangstastimpuls 20 zusammentreffen kann. Kommt dagegen das Ziel näher, so laufen die von ihm reflektierten Signalanteile 18' von Periode zu Periode weiter in den Empfangstastimpuls 20 hinein und werden von diesem mittels der Tastdiode 6' abgetastet. Mit dieser Diode ist der anderenends an Masse 27 liegende Ladekondensator 25 in Serie geschaltet; an ihm entsteht eine niederfrequente Signalspannung, die ein exaktes Abbild des ursprünglich hochfrequenten Impulses darstellt und dessen Frequenzinhalt gleichzeitig ein Maß für die Annäherungsgeschwindigkeit ist. Dieses NF-Signal wird sodann dem zwischen Tastdiode 6' und Ladekondensator 25 abzweigenden NF-Verstärker 21 geführt. Insofern sind diese Ausführungen im wesentlichen auch Gegenstand des Patents 32 15 845.

Worauf es bei der vorliegenden Erfindung ankommt, ist die spezielle Verwendung dieses Sensors. Mit ihm sollen vor allem Metallziele einer bestimmten Größenordnung — gedacht ist insbesondere an Hubschrauber — sensiert werden. Dabei macht man sich die physikalische Erkenntnis zunutze, daß Metallgegenstände, sofern sie nur eine ausreichende Größe besitzen, jede elektromagnetische Welle, gleich welcher Frequenz, nahezu vollständig reflektieren, während bei Nichtmetall die Reflexion immer geringer wird, je niedriger die Frequenz und je dünner das Material im Vergleich zur Wellenlänge ist.

Bei dem vorliegenden Objekt kann die Frequenz des Signals — obschon der Hubschrauber ein alle elektromagnetischen Wellen reflektierendes Metallziel darstellt — wegen der Größe des Hubschrauberkörpers nicht beliebig niedrig gewählt werden, da ein solches Signal sonst um den Hubschrauber herumlaufen würde anstatt an ihm zu reflektieren; sie könnte hier in etwa zwischen 50 und 100 MHz betragen. Bei dieser Frequenz ist der Unterschied in der Reflexionseigenschaft zwischen Metall und Nichtmetall noch nicht ausrei-

chend groß, so daß gewährleistet werden muß, daß der Sensor nur solche Signale sieht, die aus einer definierten Entfernung herrühren. Die Reflexion eines Kunststoffgegenstandes aus sehr kurzer Entfernung könnte durchaus genau so groß sein wie die Reflexion eines Metallgegenstandes aus einer sehr großen Entfernung.

Diese Art von Sensoren sind für Flugkörper (Geschosse, Raketen) mit einem vergleichsweise kleinen Durchmesser von etwa 12 bis 15 cm und eine Reichweite von etwa 15 m gedacht. Deshalb besitzt die Antenne 4', 5' einen nur sehr schlechten Wirkungsgrad zur Abstrahlung der dem Ziel angepaßten niederfrequenten Impulse, was zu Empfindlichkeitsproblemen führen würde. Dies wird jedoch dadurch ausgeglichen, daß über viele tausend Empfangsimpulse integriert wird.

Das niederfrequente Signal kann über das mit dem Ausgang des NF-Verstärkers 21 verbundene Bandpaßfilter 44 geleitet werden, so daß auf diese Weise Reflexionssignale von Objekten, deren Relativgeschwindigkeit zum Flugkörper zu gering sind (Erdboden), unterdrückt werden können.

Die in Fig. 1 gestrichelte Linienführung ist nicht obligatorisch und sieht eine Sicherheitsvorkehrung gegen Störsender vor. Sie besteht darin, daß man das Empfangssignal 18 in dem Laufzeitglied 42 verzögert noch einem zweiten Empfangssystem zuführt. Letzteres besteht dabei ebenfalls wieder aus einer Tastdiode, diesmal mit der Bezugszahl 6'', einem mit ihr in Serie geschalteten anderenends an Masse 27 liegenden Ladekondensator 25' und dem zwischen Diode und Kondensator abgezweigten NF-Verstärker 21'. In diesem Fall wird der Ausgang des Verstärkers 21 mit dem Ausgang des Verstärkers 21' über die Additionsstufe 43 zusammengeführt, die ihrerseits ausgangseitig an das Bandpaßfilter 44 angeschlossen ist.

Ein anderes zeichnerisch nicht dargestelltes Ausführungsbeispiel sieht vor, daß Sende- und Empfangstastimpulse rauschmoduliert werden, so daß Signale von Störsendern nicht mehr synchron zum Empfangstastimpuls 18' stehen können, was zu ihrem Empfang Voraussetzung wäre. Es versteht sich, daß die Verzögerungszeit zwischen dem jeweiligen Sendeimpuls und dem zu ihm gehörenden Empfangstastimpuls von der Rauschmodulation  $\Delta t$  (Fig. 2) nicht betroffen sein darf.

Ein solcher "Metallsensor" wird in der Praxis meist mit einem Abstandszünder, am besten einem Laserentfernungsmesser kombiniert, um das Gesichtsfeld genauer definieren zu können und — falls notwendig — noch eine genauere Abstandsmessung zum Ziel durchführen zu können. Ersterer wird dann so ausgelegt, daß er geringfügig vor der Reichweite, bei der der zusätzliche Sensor auslöst, meldet, ob es sich um ein Metallziel handelt oder nicht, während der andere Entfernungsmesser die Entfernung genauer mißt und die Richtcharakteristik festsetzt.

Selbstverständlich ist es nach diesem Prinzip, sofern der Frequenzinhalt der Impulse entsprechend geändert wird, auch möglich, andere Metallziele als Hubschrauber zu sensieren, ohne daß dadurch der Rahmen der Erfindung verlassen würde.

#### Patentansprüche

1. Abstandssensor für Geschöszünder mit einem nach dem Impulslaufzeitverfahren arbeitenden ersten Entfernungsmesser, der ein erstes im wesentlichen aus einer Diode, einem Kondensator und einem zwischen Diode und Kondensator abzweigen-

den NF-Verstärker bestehendes Empfangssystem für das zu empfangende Signal aufweist, das durch einen vom Sendeimpuls abgeleiteten, definiert zeitverzögerten Empfangstastimpuls abgetastet wird, so daß ein niederfrequentes Abbild des Empfangsimpulses entsteht, das einer dem NF-Verstärker nachgeschalteten Triggerschaltung zugeführt wird, nach Patent 32 15 845, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) der Sendeimpuls (18) — in Abhängigkeit von der zu detektierenden Zielgröße — bezüglich seiner Dauer so breit wie möglich und bezüglich seines Frequenzinhaltes dementsprechend tief wie möglich gehalten wird,
- b) am Ziel reflektierte Signalanteile (18') nur aus einem eng begrenzten Entfernungsbereich — von größenordnungsmäßig etwa 1 bis 2 m — empfangen werden und
- c) eine Schwelle vorgesehen ist, die nur große reflektierende Signalanteile (18') — wie sie bei metallischen Zielen ausreichender Größe auftreten — durchläßt.

2. Abstandssensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Empfangssignal (18') erzeugten niederfrequenten Signale über ein Bandpaßfilter (44) geführt werden.

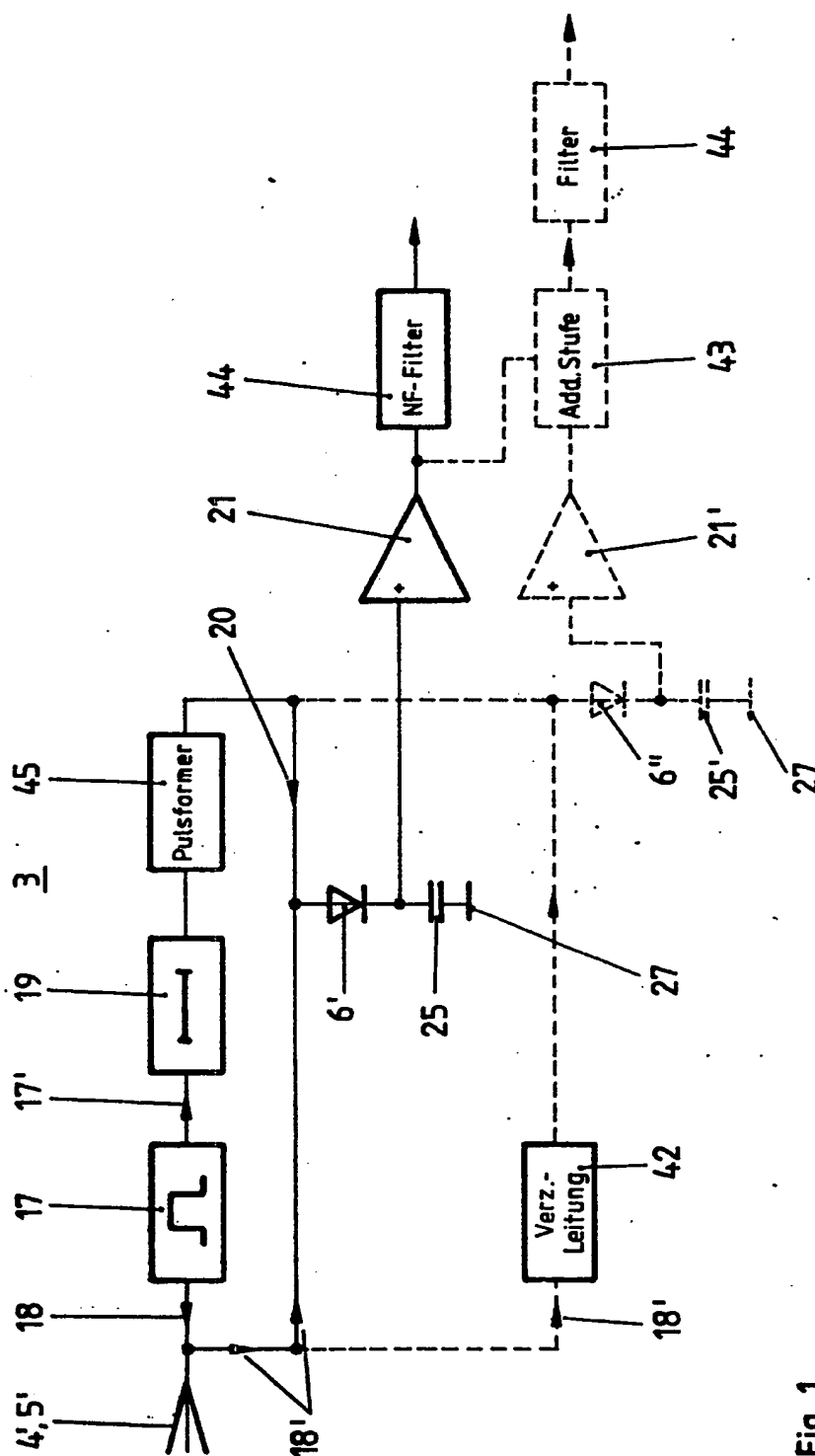
3. Abstandssensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Folgefrequenz des Empfangstastimpulses (20) stark rauschmoduliert ist.

4. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein störendes Empfangssignal (18') über ein Verzögerungsglied (42) um  $\lambda/2$  verschoben einem weiteren aus einer Diode (6'') und einem Kondensator (25') sowie einem zwischen Diode und Kondensator abzweigenden Verstärker (21') bestehenden Empfangssystem (6'', 21', 25') zugeführt wird, und daß der Ausgang des Verstärkers (21') mit dem Ausgang eines dem ersten Empfangssystem (6', 21, 25) zugehörigen Verstärkers (21) über eine Additionsstufe (43) verbunden ist, die ausgangseitig an dem Bandpaßfilter (44) anliegt.

5. Abstandssensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem ersten nach Größe und Material detektierenden Entfernungsmesser ein zweiter (Laser-) Entfernungsmesser für die Zielentfernung und die Richtcharakteristik kombiniert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



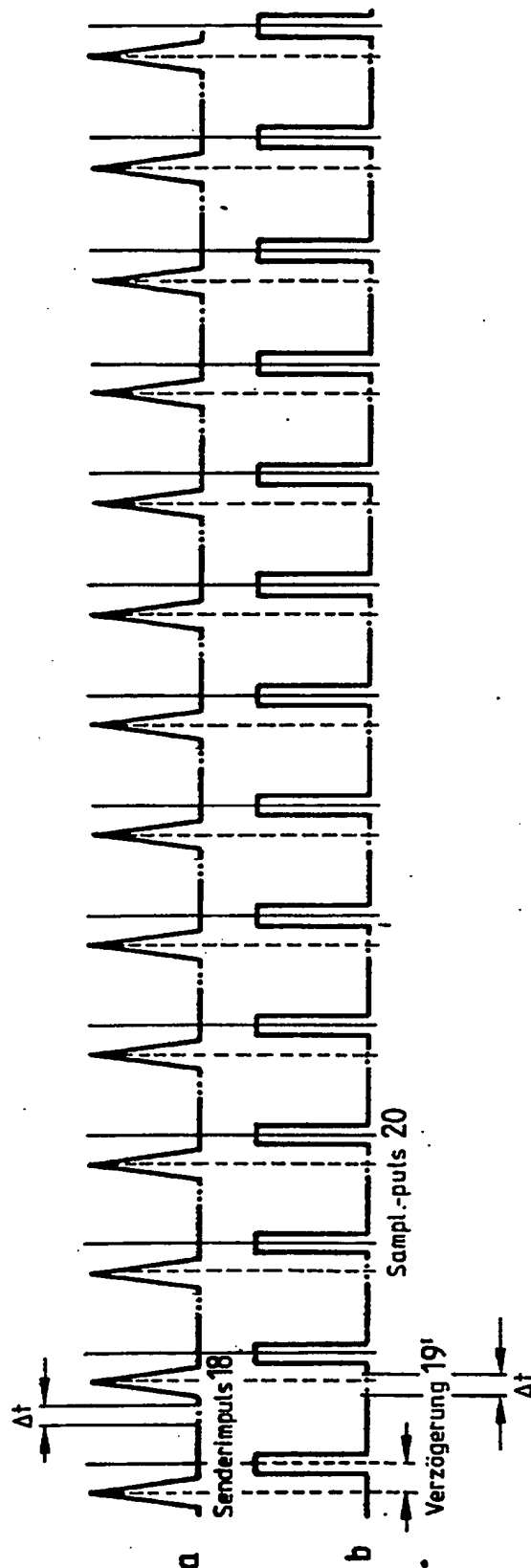


Fig. 2